

УДК 621.881

Ігор Луців, д.т.н., проф., Олександр Стахурський

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ОСНАЩЕННЯ ДЛЯ КІНЕМАТИЧНОГО ПОДРІБНЕННЯ СТРУЖКИ ПРИ БАГАТОЛЕЗОВІЙ ОБРОБЦІ

Ihor Lutsiv, Dr., Prof., Oleksandr Stakhurskyi

ACCESSORIES FOR KINEMATIC CHIP CUTTING IN MULTIEDGE MACHINING

Синтез оснащення із кінематичними міжінструментальними зв'язками (КМІЗ) для кінематичного дроблення стружки може бути побудований як результат: по-перше, інтегрування кінематичних особливостей відомих схем дискретного різання; по-друге, визначення ролі КМІЗ у цьому процесі; по-третє, раціоналізації варіантів схем у відповідності з необхідністю, що диктується конкретною ситуацією. У даному контексті розглядаються схеми дроблення стружки, які передбачають коливання елементів технологічних систем у напрямку подачі, як такі, що практично не впливають на точність обробки.

Способи і механізми кінематичного дроблення стружки при різанні з осьовим коливанням можуть бути об'єднані в єдину систему на основі використання принципових кінематичних схем. Зокрема, можливі чотири варіанти схеми кінематичного дроблення стружки при неадаптивному різанні із застосуванням КМІЗ.

У першому випадку деталь у процесі обробки є нерухомою в осьовому напрямку, а на рівномірний рух D_s подачі супорта накладаються його вимушені коливання D_{sc} , які і дозволяють періодично здійснювати зупинку різця і, відповідно, відтинати стружку. Також, для постійної подачі супорта відомі кінематичні способи дроблення стружки в процесі точіння за рахунок керування осьовими зміщеннями деталі. Ця схема може бути подана як альтернативна схема дроблення стружки із застосуванням КМІЗ також при осциляціях заготовки в осьовому напрямку.

Дроблення стружки при неадаптивній однорізцевій обробці також можна досягнути одночасною зміною швидкості осьових переміщень і супорта і деталі. Цю комбінацію можна застосувати і для багатолезової токарної обробки із КМІЗ.

Можливий випадок дискретного точіння двома різцями, швидкість подачі одного з них – постійна, а з допомогою додаткового приводу здійснюють осциляції D_{s_2c} з іншого супорту. При багатолезовій обробці із КМІЗ можна запропонувати схему дроблення стружки, коли швидкість подачі одного різального елемента постійна

($D_{s_1} = const$), а інша частина загальної подачі розподіляється між іншими різцями (рухи ∂D_{s_2} , ∂D_{s_3} і т.д.) у процесі функціонування КМІЗ.

Об'єднання наведених схем в одній системі дає можливість наочно розглянути їх переваги і недоліки, підтвердити доцільність застосування КМІЗ та піддати аналізу ефективність його використання в комбінації з іншими рухами елементів технологічної системи.

Аналіз кінематики утворення елементів стружки при стружкоподрібненні із застосуванням КМІЗ дозволяє зробити висновок, що при багатолезовій обробці можна керувати часом циклу стружкоутворення, а, отже, і довжиною подрібнюваної стружки.

Процес стружкодроблення складається із декількох етапів у залежності від кількості різальних лез, що беруть участь в різанні.

На першому етапі внаслідок різних умов на різних різальних елементах одні з них можуть відставати від рівномірного руху подачі, а інші – випереджати цей рух. Для

визначеності домовимося, що різальне лезо 1 навантажене більше, тобто цей елемент є «відстаючим». Співвідношення між подачами n різальних елементів на цьому етапі утворення елементу стружки виражається залежностями:

$$K_i s_i = \text{const}; \quad s = \sum_{i=1}^n s_i; \quad s_1 = s \sum_{j=1}^n \frac{K_j}{K_j} (i = \overline{1, n})$$

При цьому наближено вважаємо, що сила різання є пропорційною товщині зрізаного шару, тобто приймаємо модель сили різання в статичній формі. Коефіцієнти K_i можна визначити в залежності від характеру функціонування механізму КМІЗ. Наприклад, для схем дворізевої обробки, запишемо, що $K_i = R_i t_i \sin \varphi_i (i = \overline{1, 2})$. Перший етап стружкодроблення відбуватиметься до перетинання слідів на деталі від різальних елементів.

Після відсічення елементу стружки навантаження на відстаючому різальному елементі 1 практично дорівнюватиме нулю, а інші різальні елементи повинні б знімати весь припуск. Таким чином, на другому етапі стружкодроблення матимемо $s_1'' = s$ і $s_i'' = 0 (i = \overline{2, n})$. Зокрема, для дволезової обробки отримаємо час циклу різання елементу стружки:

$$T_c'' = \frac{K_1}{K_1 - K_2} \times \frac{T}{2} \left[1 + \frac{K_1 \times K_2}{K_1 + K_2} \times \left(\frac{1}{K_2} - \frac{1}{K_1} \right) \right] = \frac{K_1^2}{K_1^2 - K_2^2} T$$

де T – період обертання заготовки.

Нами виведені відповідні співвідношення часу стружкодроблення для багатолезового дроблення. При цьому можна помітити, що так як потрібно прагнути до близьких між собою значень K_i , то з достатньою для практики точністю час циклу різання елементів стружки можна оцінювати за часом першого етапу стружкодроблення і прийняти

$$T_c \approx T_1 = \frac{K_1}{K_1 - K_2} \times \frac{T}{n}$$

що ідентично із наближеною формулою для дволезової обробки.

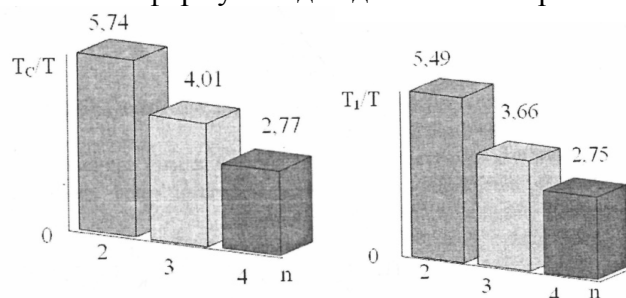


Рисунок 1. Співвідношення часу дроблення стружки для дволезового різання

Наведене вище підтверджує той висновок, що при багатолезовій обробці із КМІЗ легко можна керувати параметрами процесу дроблення стружки, а саме – часом циклу утворення елементів стружки і відповідною їй довжиною. При цьому слід забезпечувати лише раціональні параметри налагодження як самого механізму КМІЗ, так і технологічного процесу. Випробування зразків верстатно-інструментального оснащення із КМІЗ підтвердили гарантоване дроблення стружки в процесі різання, а також можливість керувати процесом дроблення зливної стружки із в'язких сталей при багатолезовій обробці в широкому діапазоні параметрів.